

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08330277

(43)Date of publication of application: 13.12.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065  
C23F 4/00

(21)Application number: 07155151

(71)Applicant:

ANELVA CORP

(22)Date of filing: 30.05.1995

(72)Inventor:

OGAWARA YONEICHI

(54) DRY ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain high selectivity to silicon by making a standard for judging selectivity to silicon clear when mixture gas of a plurality of fluorohydrocarbons is used.

CONSTITUTION: When plasma is produced by introducing process gas and dry etching is carried out, the process gas is one kind of gas or a mixture gas of two or more kinds of fluorine gas, carbon fluoride gas, hydrogen gas, hydrocarbon gas and fluorohydrocarbon gas. When the number of atoms of carbon, fluorine and hydrogen contained in one molecule of each gas is multiplied by the flow ratio of each gas and values added to each atom are the carbon number NC, the fluorine number NF, the hydrogen number NH, a container wall temperature is  $TW(^{\circ}C)$  and  $P=(NF-NH)/NC-(TW-20) \times 4 \times 10^{-3}$ , the flow rate of each gas is controlled so that a value of P is in the range of 1.3 to 1.9.

ガス名	分子式	炭素数 (C)	フッ素数 (F)	水素数 (H)	計算式
1	$C_2F_4$	+2.0	2.0	0.421(C-F)	0.842
2	$C_2F_6$	+2.0	6.0	0.842(C-F)	1.684
3	$C_2F_4H_2$	+2.0	4.0	1.684(C-F)	1.684
4	$C_2F_4H_4$	+2.0	4.0	3.368(C-F)	1.684
5	$C_2F_4H_6$	+2.0	4.0	5.052(C-F)	1.684
6	$C_2F_4H_8$	+2.0	4.0	6.736(C-F)	1.684
7	$C_2F_4H_{10}$	+2.0	4.0	8.420(C-F)	1.684
8	$C_2F_4H_{12}$	+2.0	4.0	10.104(C-F)	1.684

BEST AVAILABLE COPY

L1: Entry 2 of 6

File: DWPI

Dec 13, 1996

DERWENT-ACC-NO: 1997-092885

DERWENT-WEEK: 199709

COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Dry etching process for silicon wafer - uses plasma etching gas which is single gas or mixt of fluorine, fluorocarbon, hydrogen, hydrocarbon and fluorohydrocarbon gas

PRIORITY-DATA: 1995JP-0155151 (May 30, 1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 08330277 A	December 13, 1996		007	H01L021/3065

INT-CL (IPC): C23 F 4/00; H01 L 21/3065

ABSTRACTED-PUB-NO: JP08330277A

BASIC-ABSTRACT:

The dry etching for Si wafer is achieved by introducing and plasma etching gas. The etching gas is a single or mixed gas of F, fluorocarbon, H<sub>2</sub>, hydrocarbon, fluorohydrocarbon, and has P value of 1.3-1.9. P value is obtd. by:  $P = (N_f - N_h) / N_c - 0.004 (Tw - 20)$ , where  $N_f$ ,  $N_h$ ,  $N_c$  = the prod. of (atomic number of F, H, C) multiply (each flow rate), and  $Tw$  = wall temp. of process chamber (deg.C).

ADVANTAGE - The dry etching process has high selective ratio using plural fluorohydrocarbon gases having specified selective ratio for Si.

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-330277

(43)公開日 平成8年(1996)12月13日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	F
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	E

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-155151

(71)出願人 000227294

(22)出願日 平成7年(1995)5月30日

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72)発明者 小河原 米一

東京都府中市四谷5丁目8番1号 日電ア

ネルバ株式会社内

(74)代理人 弁理士 田宮 寛社

(54)【発明の名称】 ドライエッチング方法

(57)【要約】

【目的】 複数のフッ化炭化水素系ガスの混合ガスを用いた場合にシリコンに対する選択比を判定する基準を明確にし、シリコンに対して高い選択比を得る

【構成】 フロセスガスを導入してプラズマ化し、ドライエッチングを行うにあたり、フロセスガスがフッ素ガス、フッ化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、フッ化炭化水素ガスのうちいずれか1種類のガスあるいは2種類以上の混合ガスであり、各ガスの1分子中に含まれる炭素、フッ素、水素の原子数と各ガスの流量比を乗じ、それぞれの原子毎に加えた値をそれぞれ炭素数 $N_C$ 、フッ素数 $N_F$ 、水素数 $N_H$ とし、容器壁温を $T_W$  (°C)とし、かつ $P$ を、 $P = (N_F - N_H) / N_C \times (T_W + 20) \times 4 \times 10^3$ と定義するとき、 $P$ の値が1.3～1.9の範囲に含まれるように各ガスの流量比を制御する

実験例	プロセスガス 割合比	壁温 $T_W$ (°C)	Pの値 (-)	酸化力/腐食力 速度( $\mu m/min$ )	選択比 (Si:Al) (-)
1	$C_2F_4$ 単体	+20	2.0	0.4以上(8PSG膜)	#23 ( $\phi 0.5mm \times 4$ )
2	$Cl_2$ 単体	+20	0	0.2以下(酸化膜)	#1 ( $\phi 1.75mm \times 3$ )
3	$C_2F_4:N_2=1:1$	+20	1.5	0.3以上(8PSG膜)	#3 ( $\phi 0.5mm \times 4$ )
4	$C_2F_4:Cl_2:P_2=1:1:1$	+20	1.6	0.3以上(8PSG膜)	#10以上 ( $\phi 0.45mm \times 4$ )
5	$C_2F_4:Cl_2:P_2=3:7$	+20	1.38	0.4以上(酸化膜)	#3 ( $\phi 0.5mm \times 4$ )
6	$C_2F_4:Cl_2:P_2=3.75:6.25$	+86	1.38	0.4以上(酸化膜)	#3 ( $\phi 0.5mm \times 4$ )
7	$C_2F_4:Cl_2:P_2=4:25:3.75$	+117	1.40	0.6以上(酸化膜)	#3 ( $\phi 0.5mm \times 4$ )
8	$C_2F_4:Cl_2:P_2=4.5:5.5$	+144	1.36	0.5以上(酸化膜)	#3 ( $\phi 0.5mm \times 4$ )

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 容器内にガスを導入しこのガスをプラズマ化し、ドライエッチングを行う方法において、前記ガスがフッ素ガス、フッ化炭素ガス、水素ガス、炭化水素ガス、フッ化炭化水素ガスのうち、単体ガスあるいは2種類以上の混合ガスであり、かつ各ガスの1分子中に含まれる炭素、フッ素、水素の原子数と各ガスの流量比を乗じ、それぞれの原子毎に加えた値をそれぞれ炭素数 $N_C$ 、フッ素数 $N_F$ 、水素数 $N_H$ とし、容器壁温を $T_W$  (°C)とし、かつ $P$ を、

$$P = (N_F - N_H) / N_C \cdot (T_W - 20) \times 4 \times 10^{-3}$$

とするとき、 $P$ の値が1.3～1.9の範囲に含まれるように各ガスの流量比を制御することを特徴とするドライエッチング方法

【請求項2】 前記 $P$ の値が1.3～1.9である混合ガスに希ガスを添加することを特徴する請求項1記載のドライエッチング方法

【請求項3】 前記ガスをプラズマ化する手段としてヘリコン波プラズマ源、ECRプラズマ源、インダクティブカプラプラズマ源のいずれか1つが使用されることを特徴とする請求項1または2記載のドライエッチング方法

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はドライエッチング方法に関し、特に、半導体素子等の製造過程において酸化シリコンを主成分とする膜のドライエッチングを行う場合の方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の例えばRIE装置等のドライエッチング装置による酸化シリコンを主成分とする膜（以下「酸化シリコン膜」という）のエッチングにおいては、酸化シリコン膜の下地のシリコン層に対して高い選択比を得るために、 $CF_4$ 、 $C_2F_6$ 等のフッ化炭素ガスに水素や $CHF_3$ 、 $CH_2F_2$ 等のフッ化炭化水素ガスを混合する例が多くみられた。

【0003】 例えば1982年にL.M.Ephraïm等がJ. Electrochem. Soc.129巻2282頁に記述したように、 $CF_4$ に水素を混合するに従い、酸化シリコン膜のエッチング速度に比較してシリコンのエッチング速度を急速に低下させることができる。このため、水素をある程度混合した状態で、シリコンに対して非常に高選択比で酸化シリコン膜をエッチングすることが可能となった。さらに水素の流量を増加すると、酸化シリコン膜のエッチング速度が低下し、最終的に酸化シリコン膜上にポリマ膜の堆積が生じ、酸化シリコン膜が全くエッチングできなくなってしまう。このため、シリコンに対する選択比を高くするためには、水素の混合比に最適な条件が存在する。

【0004】 酸化シリコン膜がエッチングされるか、ま

たは酸化シリコン膜上にポリマ膜が堆積するかどうかは、1979年にJ.W.Coburn等がJ. Vac. Sci. Technol. 16巻391頁に示したように、エッチングガス1分子中に含まれるF原子とC原子の数の比によって決まり、 $C/F$ が大きいほどポリマが堆積しやすくなる。対シリコン選択比を高くするには、ポリマが堆積する直前まで $C/F$ 比を大きくする必要があり、水素を混合することにより、 $C/F$ を或る程度大きくでき、高選択エッチングが可能であるとした。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 エッチング装置やプロセスが多様化するに従って、従来のように単一のフッ化炭化水素ガスや、これに水素等を混合してプロセスの最適化を行う場合は少なくなってきた。通常は数種類のフッ化炭化水素系のガスを混合することが行われるようになってきた。従来では、実験的にガスの混合比を調整し、対シリコン選択比が大きくなる条件を選んでいた。

【0006】 このようにして得られた混合ガスを用いた場合には、混合ガスとしての明確な $C/F$ の値が不明であるばかりでなく、この値と対シリコン選択比の明確な関係もはっきりしていなかった。さらには、最近多く使われるようになった、ヘリコン波プラズマやインダクティブカプラプラズマを用いた酸化シリコン膜のエッチングでは、従来の平行平板型反応性イオンエッチング装置でポリマが生成される $C/F$ の値を持つガスを用いてエッチングしても十分な対シリコン選択比が得られないという問題点があった。

【0007】 本発明の目的は、上記問題を解決することにある。水素を含め、複数のフッ化炭化水素系ガスの混合ガスを用いた場合にシリコンに対する選択比を判定する基準を明確にし、ヘリコン波プラズマ等を用いた低圧高密度エッチング装置においてもシリコンに対して高い選択比を得ることを企図したドライエッチング方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 第1の本発明（請求項1）に係るドライエッチング方法は、減圧容器の内部にプロセスガスを導入し、このガスをプラズマ化し、ドライエッチングを行う方法であり、上記プロセスガスがフッ素ガス（ $F_2$ ）、フッ化炭素ガス（ $C_x F_y$ ）、水素ガス（ $H_2$ ）、炭化水素ガス（ $C_x H_y$ ）、フッ化炭化水素ガス（ $C_x F_y H_z$ ）のうちいずれか1種類のガス（単体ガス）、あるいは2種類以上の混合ガスであり、かつ各ガスの1分子中に含まれる炭素、フッ素、水素の原子数と各ガスの流量比を乗じ、それぞれの原子毎に加えた値をそれぞれ炭素数 $N_C$ 、フッ素数 $N_F$ 、水素数 $N_H$ とし、容器壁温を $T_W$  (°C)とし、かつ $P$ を、 $P = (N_F - N_H) / N_C \cdot (T_W - 20) \times 4 \times 10^{-3}$ と

定義するとき、 $P$ の値が1.3～1.9の範囲に含まれ

るように各ガスの流量比を制御する方法である

【0009】第2の本発明（請求項2）に係るドライエッチング方法は、第1の発明において、Pの値が1.3～1.9である混合ガスにアルゴン等の希ガスを添加するようにした方法である

【0010】第3の本発明（請求項3）に係るドライエッチング方法は、第2の発明において、上記プロセスガスをプラズマ化する手段としてヘリコン波プラズマ源、ECRプラズマ源、インダクティブカプラプラズマ源のいずれかを使用するようにした方法である

【0011】

【作用】本発明では、本発明者らによる鋭意研究の結果、 $P = (N_F + N_H) / N_C \cdot (T_W + 20) \times 4 \times 10^{-3}$ の式で与えられるPを用いて、このPの値が1.3～1.9の範囲に含まれるように各ガスの流量比を制御すると、プロセスガスの最適な混合割合を容易に設定することができる。このように、複数種類のフッ化炭化水素系ガスの混合ガスを用いた場合にシリコンに対する選択比を判定する基準を明確に与え、ヘリコン波プラズマ等を用いた低圧高密度エッチングにおいてもシリコンに対して高い選択比を得るようにした

【0012】

【実施例】以下に、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する

【0013】本実施例ではヘリコン波プラズマ源を備えた低圧高密度プラズマ処理装置の例を示し、この装置で本発明に係るドライエッチング方法が実施される。図1において、11はプラズマ生成用高周波電源、12は整合器、13はヘリコン波励起用アンテナ、14は外部磁場発生用電磁石、15はプラズマ拡散用真空容器、16はカスプ磁場発生用永久磁石、17は基板ホルダ、18は基板、19はプラズマ生成用真空容器、20は基板バイアス用高周波電源、21は静電吸着用直流電源、22はガス供給ラインである。基板ホルダ17は、プラズマ拡散用真空容器15の下部に設けられ、処理対象である基板18が載置される。プラズマ生成用真空容器19は真空容器15の上壁に配置され、その開口部が、下方に位置する基板ホルダ17に対向している。また永久磁石16は棒状の形状をなし、真空容器15の周囲に複数本の永久磁石16がその極性を交互に変えて等間隔で配置される

【0014】上記プラズマ処理装置を動作させるためには、図示しない排気系によりプラズマ生成用真空容器19とプラズマ拡散用真空容器15の内部を処理に必要な圧力まで排気する。その後、図示しない流量制御系によって流量制御されたプロセスガスをガス供給ライン22から真空容器15内に導入し、内部を所定の圧力に制御する。ただし、ここで導入されるプロセスガスは、フッ素ガス（ $F_2$ ）、フッ化炭素ガス（ $C_x F_y$ ）、水素ガス（ $H_2$ ）、炭化水素ガス（ $C_x H_y$ ）、フッ化炭化水

素ガス（ $C_x F_y H_z$ ）のうちいずれか1種類のガス（単体ガス）、あるいは2種類以上の混合ガスである

【0015】プラズマ生成用高周波電源11からの高周波電力は、整合器12により整合がとられ、ヘリコン波励起用アンテナ13に印加される。そしてアンテナから発生する電場によって、プラズマ生成用真空容器19内にプラズマを生成する。生成されたプラズマは外部磁場発生用電磁石14によって形成された磁場に沿ってプラズマ拡散用真空容器15内に拡散していく。この時、拡散したプラズマが壁表面で損失するのを防ぐため、カスプ磁場発生用永久磁石16が設置されている。基板18は基板ホルダ17上に載置され、静電吸着用直流電源21からの直流電圧と自己バイアス電圧との電圧差により、プラズマ生成とほぼ同時に基板ホルダ17上に吸着される。基板18には基板バイアス用高周波電源20により高周波電力が印加され、基板18へのイオンの入射エネルギーを制御する

【0016】実際のエッチングに用いる基板18の一部の断面概略図を図2に示す。シリコン基板（下地シリコン）18上に酸化シリコン膜23が1.0～1.5  $\mu m$ の厚みで成膜されており、さらに約1  $\mu m$ の厚みのレジストマスク24によりパターニングされている。実験で用いた酸化シリコン膜23は、シリコンを高温で酸化させた熱酸化膜か、あるいは酸化シリコン膜にホウ素とリンがドーパされたいわゆるBPSG膜である。しかし実際上、酸化シリコン膜は上記の膜に限定されるものではない

【0017】ガス供給ライン22からプラズマ生成用真空容器19内に複数種類のガスからなるプロセスガスが導入される場合において、各ガスの混合比率は次のように設定される。

【0018】各ガスの1分子中に含まれる炭素、フッ素、水素の原子数と各ガスの流量比とを乗じ、それぞれの原子毎に加えた値を炭素数（ $N_C$ とする）、フッ素数（ $N_F$ とする）、水素数（ $N_H$ とする）とし、これらの値 $N_C$ 、 $N_F$ 、 $N_H$ を用いてかつ容器壁温を $T_W$ （ $^{\circ}C$ ）とすることにより、次の式、

【0019】

【数1】  $P = (N_F + N_H) / N_C \cdot (T_W + 20) \times 4 \times 10^{-3}$

【0020】で与えられる値Pを定義するとき、このPの値が1.3～1.9の範囲に含まれるように各ガスの流量比を設定する。本式において $(T_W + 20) \times 4 \times 10^{-3}$ は温度補正のための項であり、容器壁温 $T_W$ が常温（ $20^{\circ}C$ ）であるときには0になる

【0021】上記Pを表す式は本発明者らが考え出したもので、Pの値に関する上記範囲は本発明者等が鋭意実験を繰り返して決定したものである。どのようなフッ化炭化水素系ガスや水素ガスを用いても、Pの値が1.3よりも小さければ、酸化シリコン膜のエッチング速度は

極端に低下し、酸化シリコン膜上にポリマの堆積が生じた。またPの値が1.9よりも大きければ、ドラジカルの発生が非常に多くなり、下地のシリコンに対して大きな選択比は得られなくなる。Pの値が1.3~1.9の範囲で、実用的な酸化シリコン膜のエッチング速度とシリコンに対する高い選択比を維持できる。

【0022】次に具体的なガスについて、Pの値の範囲の妥当性を検証する。

【0023】「実験例1」 $T_W = 20^\circ\text{C}$ で、 $\text{C}_4\text{F}_8$ の単体ガスを用いた場合：Pの値は、 $P = (\text{N}_F - \text{N}_H) / \text{N}_C = (8 \times 1 - 0) / 4 \times 1 = 2$ となり、本発明で規定している関係には当てはまらない。この場合、プラズマ中のフッ素原子は過剰となり、酸化シリコン膜(BPSG膜)23のエッチング速度は $0.4 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上得られるが、下地シリコン18に対する選択比は $0.5 \mu\text{m}$ のホール内で約2.3程度しか得られない。

【0024】「実験例2」 $T_W = 20^\circ\text{C}$ で、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ の単体ガスを用いた場合：Pの値は、 $P = (\text{N}_F - \text{N}_H) / \text{N}_C = (2 \times 1 - 2 \times 1) / 1 \times 1 = 0$ となり、本発明で規定している関係には当てはまらない。この場合、プラズマ中のフッ素原子は不足し、酸化シリコン膜(熱酸化膜)23のエッチング速度は $0.2 \mu\text{m}/\text{min}$ 以下である。また下地シリコン18に対する選択比は、水素がシリコン18と反応し、揮発性化合物である $\text{SiH}_4$ を生成するためにエッチングが進行し、高選択比は得られない。

【0025】「実験例3」 $T_W = 20^\circ\text{C}$ で、 $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{H}_2$ を1:1の比率で混合させたガスを用いた場合：Pの値は、 $P = (\text{N}_F - \text{N}_H) / \text{N}_C = (8 \times 0.5 - 2 \times 0.5) / 4 \times 0.5 = (4 - 1) / 2 = 1.5$ によって1.5となり、本発明で規定している関係を満たす。この場合、酸化シリコン膜(BPSG膜)23のエッチング速度は $0.3 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上得られ、下地シリコン18に対する選択比は $0.5 \mu\text{m}$ のホール内で(無限大)となる。

【0026】「実験例4」 $T_W = 20^\circ\text{C}$ で、 $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を1:1の比率で混合させたガスを用いた場合：Pの値は、 $P = (\text{N}_F - \text{N}_H) / \text{N}_C = (8 \times 0.5 - 2 \times 0.5) / 4 \times 0.5 = (4 - 1) / 2 = 1.5$ によって1.5となり、本発明で規定している関係を満たす。この場合、酸化シリコン膜(BPSG膜)23のエッチング速度は $0.36 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上得られ、下地シリコン18に対する選択比は $0.45 \mu\text{m}$ のホールで8.0以上となった。

【0027】「実験例5」 $T_W = 20^\circ\text{C}$ で、 $\text{C}_2\text{F}_6$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を3:7の比率で混合させたガスを用いた場合：Pの値は、上記と同様な計算に基づき1.38となり、本発明で規定している関係を満たす。この場合、酸

化シリコン膜(熱酸化膜)23のエッチング速度は $0.6 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上得られ、下地シリコン18に対する選択比は $0.6 \mu\text{m}$ のホールでほぼ無限大となった。

【0028】「実験例6」 $T_W = 86^\circ\text{C}$ で、 $\text{C}_2\text{F}_6$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を3.75:6.25の比率で混合させたガスを用いた場合：Pの値は、上記と同様な計算に基づき1.38となり、本発明で規定している関係を満たす。この場合、酸化シリコン膜(熱酸化膜)23のエッチング速度は $0.6 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上得られ、下地シリコン18に対する選択比は $0.6 \mu\text{m}$ のホールでほぼ無限大となった。

【0029】「実験例7」 $T_W = 117^\circ\text{C}$ で、 $\text{C}_2\text{F}_6$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を4.25:5.75の比率で混合させたガスを用いた場合：Pの値は、上記と同様な計算に基づき1.40となり、本発明で規定している関係を満たす。この場合、酸化シリコン膜(熱酸化膜)23のエッチング速度は $0.6 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上得られ、下地シリコン18に対する選択比は $0.6 \mu\text{m}$ のホールでほぼ無限大となった。

【0030】「実験例8」 $T_W = 144^\circ\text{C}$ で、 $\text{C}_2\text{F}_6$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を4.5:5.5の比率で混合させたガスを用いた場合：Pの値は、上記と同様な計算に基づき1.36となり、本発明で規定している関係を満たす。この場合、酸化シリコン膜(熱酸化膜)23のエッチング速度は $0.58 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上得られ、下地シリコン18に対する選択比は $0.6 \mu\text{m}$ のホールでほぼ無限大となった。

【0031】上記の実験例1~8の結果を表で示すと図4の第1表のごとくなる。上記各実験例に示したように、酸化シリコン膜等をエッチングする場合、Pの値が1.3~1.9の範囲に含まれるように混合ガスのガス流量比を調整することで、下地シリコンに対して高速かつ高選択なエッチングを行うことが可能になる。

【0032】次に、Pの値が1.3~1.9の範囲となる混合ガスに対して希ガスを添加した系で、かつ図2に示す基板を、図1に示すヘリコン波プラズマ源搭載のプラズマ処理装置を用いてエッチングした場合の実施例を説明する。

【0033】 $\text{C}_4\text{F}_8$ と $\text{CH}_2\text{F}_2$ を1:1の比率で混合したガス系(Pの値は1.6)に希ガスとして例えばアルゴン(Ar)を $80 \sim 160 \text{ sccm}$ 添加した場合、微細ホールのエッチング形状は、アルゴンを添加しない場合には図3(a)に示す孔23aのように屈曲した形状であるのに対して、アルゴンを添加すると図3(b)に示す孔23bのように屈曲した形状が改善される。また酸化シリコン膜23のエッチング速度と下地シリコン18に対する選択比はあまり低下しない。この結果を第2表に示す。

【0034】以上のように上記Pの式を満たすガス系にアルゴン等の希ガスを添加すると、下地シリコンに対し

で高速、かつ高選択なエッチングを行えることに加えて、孔の形状を改善することができる

【0035】ガスをプラズマ化する方法としては、前述のヘリコン波プラズマ源の他に、ECRプラズマ源、インダクティブカプラプラズマ源等の低圧高密度プラズマ源を使用することができる

【0036】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明によれば、複数種類のフッ化炭化水素系ガスの混合ガスを用いて酸化シリコン膜等をエッチングする場合において、本発明者らの鋭意研究の結果得られた所定の式で与えられるPを用いて、Pの値が所定の範囲に含まれるように各ガスの流量比を制御するようにしたため、プロセスガスの最適な混合割合を容易に設定することができ、シリコンに対する選択比を判定する基準を明確に与えることができ、ヘリコン波プラズマ等を用いた低圧高密度エッチングにおいて酸化シリコン膜等を下地のシリコンに対して高速かつ高選択にエッチングすることができる

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るドライエッチング方法が実施されるプラズマ処理装置の一例を示す概略構成図である

【図2】本実施例において実際に用いた基板の一部拡大断面図である

【図3】アルゴンを添加した場合としない場合のエッチング形状を示す基板の一部拡大断面図である

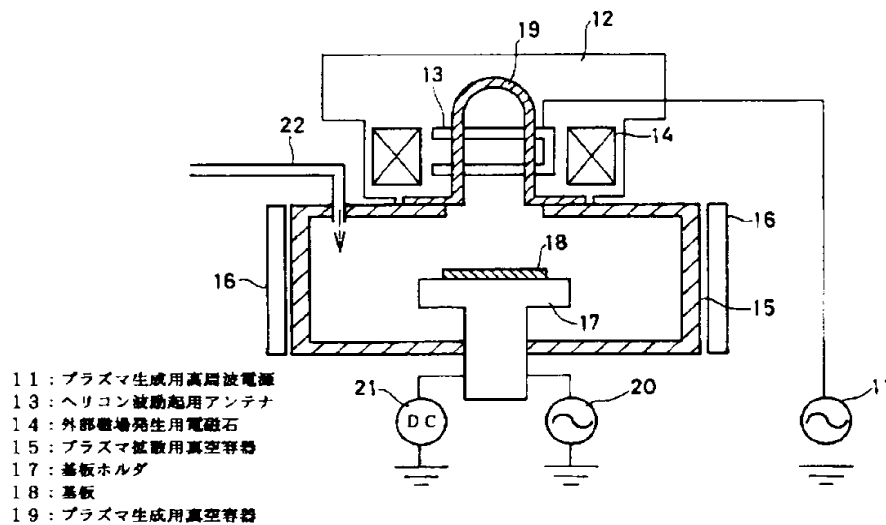
【図4】各種プロセスガス混合比で酸化シリコン膜をエッチングした場合のエッチング特性を表で示した図である

【図5】Pの値が1.6であるガス系にアルゴンを添加した場合の酸化シリコン膜のエッチング特性を表で示した図である

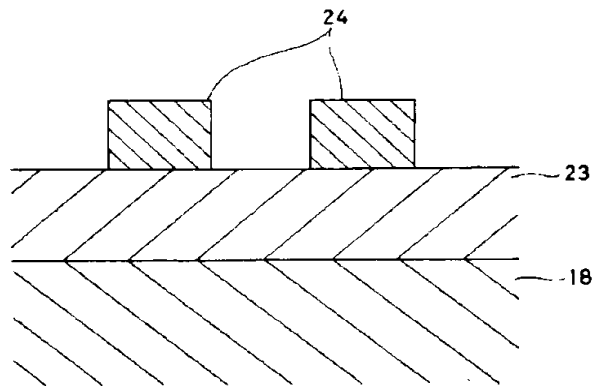
【符号の説明】

- |    |              |
|----|--------------|
| 11 | プラズマ生成用高周波電源 |
| 13 | ヘリコン波励起用アンテナ |
| 14 | 外部磁場発生用電磁石   |
| 15 | プラズマ拡散用真空容器  |
| 16 | カスフ磁場発生用永久磁石 |
| 17 | 基板ホルダ        |
| 18 | 基板           |
| 19 | プラズマ生成用真空容器  |
| 20 | 基板バイアス用高周波電源 |
| 21 | 静電吸着用直流電源    |

【図1】

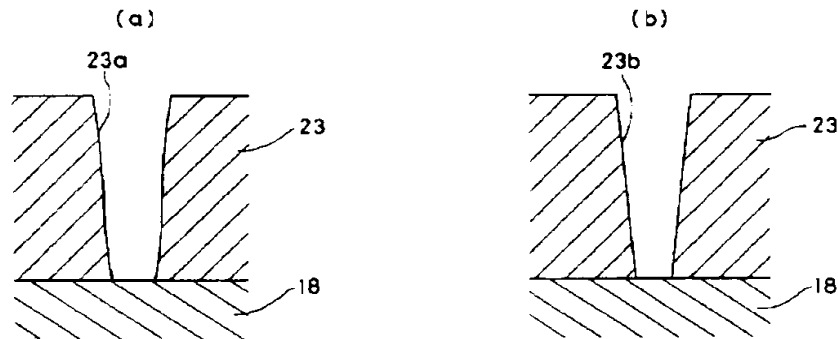


【図2】



18 : シリコン基板 (下地シリコン)  
 23 : 酸化シリコン膜  
 24 : レジストマスク

【図3】



【図5】

第2表

アルゴン添加流量 (sccm)	酸化シリコン膜エッチング速度 ( $\mu\text{m}/\text{min}$ )	対Si選択比 (-)
80	0.3(BPSG膜)	100
	0.27(熱酸化膜)	( $\phi 0.45\text{mm} \sim \phi$ )
120	0.29(BPSG膜)	100
	0.27(熱酸化膜)	( $\phi 0.45\text{mm} \sim \phi$ )
160	0.27(BPSG膜)	80以上
	0.25(熱酸化膜)	( $\phi 0.45\text{mm} \sim \phi$ )



【図4】

第1表

実験例	プロセスガス 混合比	処理温度 (℃)	Pの値 (-)	酸化/12/10/17 速度( $\mu\text{m}/\text{min}$ )	対Si選択比 (-)
1	$\text{C}_2\text{F}_4$ 単体	+20	2.0	0.4以上(BPSG膜)	約23 ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )
2	$\text{CH}_2\text{F}_2$ 単体	+20	0	0.2以下(熱酸化膜)	約1 ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )
3	$\text{C}_2\text{F}_4:\text{H}_2=1:1$	+20	1.5	0.3以上(BPSG膜)	$\infty$ ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )
4	$\text{C}_2\text{F}_4:\text{CH}_2\text{F}_2=1:1$	+20	1.6	0.36以上(BPSG膜)	88以上 ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )
5	$\text{C}_2\text{F}_4:\text{CH}_2\text{F}_2=3.7$	-20	1.38	0.6以上(熱酸化膜)	$\infty$ ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )
6	$\text{C}_2\text{F}_4:\text{CH}_2\text{F}_2=3.75:0.25$	+86	1.38	0.6以上(熱酸化膜)	$\infty$ ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )
7	$\text{C}_2\text{F}_4:\text{CH}_2\text{F}_2=4.25:5.75$	+117	1.40	0.8以上(熱酸化膜)	$\infty$ ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )
8	$\text{C}_2\text{F}_4:\text{CH}_2\text{F}_2=4.5:5.5$	+144	1.36	0.58以上(熱酸化膜)	$\infty$ ( $\phi 0.5\mu\text{m}-\phi$ )